



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 197 07 771.4  
22 Anmeldetag: 26. 2. 97  
43 Offenlegungstag: 2. 1. 98

DE 197 07 771 A 1

30 Unionspriorität:

8-166214 26.06.96 JP

71 Anmelder:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

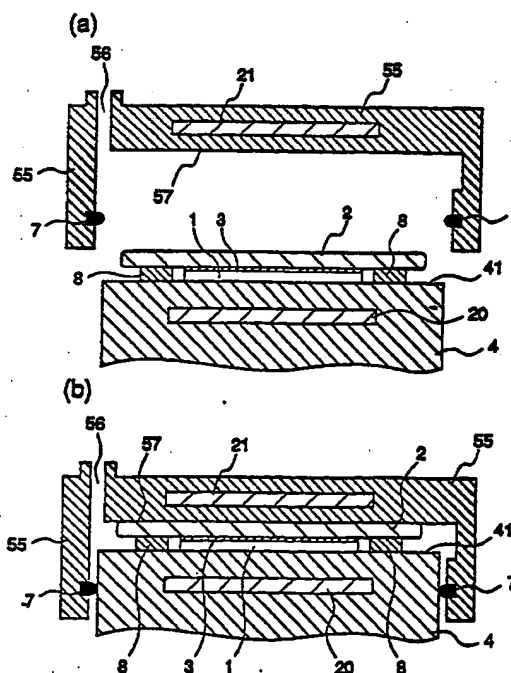
72 Erfinder:

Kosaki, Katsuya, Tokio/Tokyo, JP; Kuragaki,  
Takeshi, Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat

57 Beschrieben wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Anheften bzw. Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat. Die Vorrichtung weist auf:  
einen unteren Teil einer Kammer, der einen Waferträger (4) mit einer ebenen Fläche (41) beinhaltet, auf der ein Wafer (1), der eine Fläche mit einem Klebemittel (3) besitzt, mit der nach oben gerichteten Klebemittel-(3)-Schicht montiert ist;  
einen oberen Teil der Kammer (55), der die mit dem Wafer montierte, ebene Fläche (41) des Waferträgers (4) bedeckt und der eine Absaugöffnung (56) zum Absaugen der Luft um die mit dem Wafer montierte, ebene Fläche (41) herum und eine Druckplatte (57) enthält, die einem Trägersubstrat (2) gegenüberliegend zur Verstärkung des Wafers (1) auf dem Wafer (1) angebracht ist und die nach unten bewegt werden kann, so daß die Druckplatte (57) das Trägersubstrat (2) gegen den Wafer (1) drückt; zumindest 3 Meßblöcke (8), die eine größere Dicke als die des Wafers (1) haben, die auf der ebenen Fläche (41) des Waferträgers (4) angeordnet sind und die den Wafer (1) in gleichen Abständen umgeben, wobei diese Meßblöcke (8) zwischen dem Trägersubstrat (2) und der mit dem Wafer montierten, ebenen Fläche (41) eingezwängt sind, wenn das Trägersubstrat (2) an den Wafer (1) gedrückt wird; und Heizvorrichtungen (20, 21) zum Beheizen des Wafers (1) und des Trägersubstrates (2), die in den unteren und oberen Teil der Kammer (4; 55) eingelassen sind.



DE 197 07 771 A 1

Beschreibung

## Bereich der Erfindung

Die vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Haften bzw. Kleben eines Halbleiterwafers, wie z. B. ein GaAs-Wafer oder ein InP-Wafer, mit einem Klebemittel, wie z. B. Wachs, an ein Substrat zum Tragen und Verstärken des Wafers.

## Hintergrund der Erfindung

Wenn ein zerbrechlicher Wafer, der GaAs oder InP aufweist, poliert oder die polierte Fläche geätzt oder metallisiert wird, wird der Wafer durch ein Trägersubstrat verstärkt, wie z. B. Glas oder Saphir, das mit einem Klebemittel, wie z. B. Wachs, an den Wafer geklebt wird.

Die Fig. 7(a) und 7(b) sind Querschnittsansichten, die eine herkömmliche Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat veranschaulichen. Diese Vorrichtung weist einen Waferträger (ein unterer Teil einer Kammer) 42, auf dem ein Wafer 1 und ein Trägersubstrat 2 angebracht sind, einen oberen Teil 5 der Kammer (im folgenden als eine obere Kammer bezeichnet), der den Waferträger 42 bedeckt, und einen Expansions- und Kontraktionskörper 52 auf, um den Wafer 1 an das Trägersubstrat 2 zu drücken. Der Expansions- und Kontraktionskörper 52 weist zum Beispiel eine Gummiplatte auf. Die obere Kammer 5 hat eine Absaugöffnung 51 und eine Öffnung 53, um den Luftdruck in dem Expansions- und Kontraktionskörper 52 zu steuern. Der mit der oberen Kammer 5 bedeckte Raum über dem Waferträger 42 ist durch einen O-Ring 7 hermetisch abgedichtet. Der Waferträger 42 hat auf der oberen Fläche eine Aussparung und das Trägersubstrat 2 wird in die Aussparung eingesetzt. Auf dem Trägersubstrat 2 ist ein Waferführungsring 6 und auf einem Bereich des Trägersubstrates 2 innerhalb dem Waferführungsring 6 ein Wafer 1 mit Wachs 3 angeordnet, wobei das Wachs 3 das Trägersubstrat 2 berührt. Weiterhin ist eine Heizvorrichtung 22 zum Heizen des Trägersubstrates 2 und des Wafers 1 auf der hinteren Fläche des Waferträgers 42 angeordnet.

Es wird ein Verfahren zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat unter Verwendung der in den Fig. 7(a) und 7(b) gezeigten Vorrichtung beschrieben. Wie in Fig. 7(a) dargestellt, wird anfangs ein Trägersubstrat 2 auf den Waferträger 42 gesetzt und der Waferführungsring 6 wird auf dem Trägersubstrat 2 angebracht. Anschließend wird ein Wafer 1 mit Wachs 3 mit der die Wachs-3-Schicht besitzenden Fläche nach unten auf dem Trägersubstrat 2 angebracht und der Waferträger 42 wird mit der oberen Kammer 5 bedeckt, die einem Deckel entspricht.

Wie in Fig. 7(b) dargestellt ist, wird als nächstes der Waferträger 42 durch die Heizvorrichtung 22 auf eine vorgeschriebene Temperatur aufgeheizt, um das Trägersubstrat 2 und den Wafer 1 zu beheizen, und der Luftdruck innerhalb der Kammer wird durch Absaugen der Luft durch die Absaugöffnung 51 verringert. Weil der Luftdruck innerhalb dem Expansions- und Kontraktionskörper 52 durch die Öffnung 53 immer auf Atmosphärendruck eingestellt ist, expandiert zu diesem Zeitpunkt der Expansions- und Kontraktionskörper 52 und drückt den Wafer 1 gegen das Trägersubstrat 2, wobei der Wafer 1 an das Trägersubstrat 2 geklebt wird.

Weil das Trägersubstrat 2 und der Wafer 1 in der

herkömmlichen Vorrichtung beheizt und der Luftdruck innerhalb der Kammer verringert werden, wenn der Wafer 1 gegen das Trägersubstrat 2 gedrückt wird, wird das Wachs 3 aufgeweicht, während eine flüchtige Komponente in dem Wachs 3 verdampft, so daß in dem Wachs 3 keine Blasen zurück bleiben, wenn der Wafer 1 an das Trägersubstrat 2 geklebt wird.

Wegen der veränderbaren Form des Expansions- und Kontraktionskörpers 52 und der Neigung des Wafers 1 auf dem Trägersubstrat 2 ist es jedoch schwierig, die Dicke des Wachses 3 zwischen dem Wafer 1 und dem Trägersubstrat 2 innerhalb der Waferfläche gleichmäßig herzustellen, so daß die Klebegenauigkeit nicht verbessert werden kann. Wenn die hintere Fläche des Wafers 1, dessen vordere Fläche an das Trägersubstrat 2 geklebt ist, poliert wird, um die Dicke des Wafers 1 auf 25~30 µm zu verringern, muß die Ungleichmäßigkeit der Dicke des Wachses 3 zwischen dem Wafer 1 und dem Trägersubstrat 2 innerhalb der Waferfläche zwar ausreichend kleiner als die Dicke des Wafers 1 nach dem Polieren sein, aber die herkömmliche Vorrichtung kann keine ausreichend dünne und gleichmäßige Dicke des Wachses 3 liefern.

## Zusammenfassung der Erfindung

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Haften bzw. Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat mit verbesserter Klebegenauigkeit zu schaffen.

Andere Aspekte und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden, detaillierten Beschreibung ersichtlich. Die detaillierte Beschreibung und die beschriebenen, spezifischen Ausführungsformen sind nur zur Veranschaulichung vorgesehen, weil verschiedene Zusätze und Änderungen innerhalb dem Gebiet der Erfindung aus der detaillierten Beschreibung für den Fachmann ersichtlich sein werden.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Verfahren zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat auf: Vorbereiten eines Wafers, der eine Fläche mit einem Klebemittel besitzt, und eines Trägersubstrates, das den Wafer verstärkt und einen Flächenbereich hat, der größer als der des Wafers ist; Anordnen des Wafers auf einer ebenen Fläche eines Waferträgers mit der die Klebemittel-Schicht besitzenden Fläche nach oben; Anordnen von zumindest drei Meßblöcken auf der ebenen Fläche des Waferträgers, die eine größere Dicke als die des Wafers haben und die den Wafer in gleichen Abständen umgeben; Anordnen des Trägersubstrates auf dem Wafer und der Meßblöcke; Beheizen des Wafers und des Trägersubstrates und Absaugen der Luft um den Wafer und das Trägersubstrat herum; und Drücken des Trägersubstrates gegen den Wafer unter Verwendung einer Druckplatte, bis das Trägersubstrat alle Meßblöcke berührt. Daher kann ein mit dem Klebemittel gefüllter Spalt zwischen dem Wafer und dem Trägersubstrat, d. h. die Dicke des Klebemittels, innerhalb der Waferfläche gleichmäßig hergestellt werden.

Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Verfahren zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat auf: Vorbereiten eines Wafers, der eine Fläche mit einem Klebemittel besitzt, und eines Trägersubstrates, das den Wafer verstärkt und einen Flächenbereich hat, der größer als der des Wafers ist; Anordnen des Wafers auf einer ebenen Fläche eines Waferträgers mit der die Klebemittel-Schicht besitzenden

den Fläche nach oben; Anordnen von zumindest drei Meßblöcken, die eine größere Dicke als die des Wafers haben, die, abgesehen von der ebenen Fläche des Wafertägers, räumlich getrennt sind und die den Wafer in gleichen Abständen umgeben; Anordnen des Trägersubstrates auf den Meßblöcken; Beheizen des Wafers und des Trägersubstrates und Absaugen der Luft um den Wafer und das Trägersubstrat herum; und Drücken des Trägersubstrates gegen den Wafer unter Verwendung einer Druckplatte, bis alle Meßblöcke die ebene Fläche des Wafertägers berühren. Daher kann ein mit dem Klebemittel gefüllter Spalt zwischen dem Wafer und dem Trägersubstrat, d. h., die Dicke des Klebemittels, innerhalb der Waferfläche gleichmäßig hergestellt werden.

Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat auf: einen unteren Teil einer Kammer, der einen Wafertäger mit einer ebenen Fläche beinhaltet, auf der ein Wafer, der eine Fläche mit einem Klebemittel besitzt, mit der nach oben gerichteten Klebemittel-Schicht montiert ist; einen oberen Teil der Kammer, der die mit dem Wafer montierte, ebene Fläche des Wafertägers bedeckt und der eine Absaugöffnung zum Absaugen der Luft um die mit dem Wafer montierte, ebene Fläche herum und eine Druckplatte enthält, die einem Trägersubstrat gegenüberliegend zur Verstärkung des Wafers auf dem Wafer angebracht ist und die sich nach unten bewegen kann, so daß die Druckplatte das Trägersubstrat gegen den Wafer drückt; zumindest 3 Meßblöcke, die eine größere Dicke als die des Wafers haben, die auf der ebenen Fläche des Wafertägers angeordnet sind und die den Wafer in gleichen Abständen umgeben, wobei diese Meßblöcke zwischen dem Trägersubstrat und der mit dem Wafer montierten, ebenen Fläche eingezwängt sind, wenn das Trägersubstrat an den Wafer gedrückt wird; und Heizvorrichtungen zum Beheizen des Wafers und des Trägersubstrates, die in den unteren und den oberen Teil der Kammer eingelassen sind. Daher kann ein mit dem Klebemittel gefüllter Spalt zwischen dem Wafer und dem Trägersubstrat, d. h. die Dicke des Klebemittels, innerhalb der Waferfläche gleichmäßig hergestellt werden.

Gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die oben erwähnte Vorrichtung weiter auf: eine ringförmige Halterung, die einen Innendurchmesser hat, der größer ist als der größte Durchmesser des Wafers, die auf der oberen Fläche eine zylindrische Senkbohrung hat, auf der das Trägersubstrat angeordnet ist, und die durch einen elastischen Gegenstand mit dem Wafertäger verbunden ist. Weiterhin sind die Meßblöcke an der ringförmigen Halterung fest angebracht und sie berühren das Trägersubstrat. Daher wird die an den Wafer und an das Trägersubstrat angelegte, mechanische Beanspruchung verringert und der Wafer und das Trägersubstrat bleiben parallel zueinander, wobei die Gleichmäßigkeit der Klebemitteldicke weiter verbessert wird.

Gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die oben erwähnte Vorrichtung weiter auf: eine Vielzahl von Durchgangslöchern, die den Wafertäger zwischen der mit dem Wafer montierten, ebenen Fläche und der unteren Fläche durchdringen; eine Vielzahl von Wafertägerstangen zum Tragen des Wafers, die durch die Durchgangslöcher hindurchgehen und aus der mit dem Wafer montierten, ebenen Fläche des Wafertägers hervor stehen; und ein Ventil zum Schließen

der Öffnungen der Durchgangslöcher an der unteren Fläche des Wafertägers, wenn die Wafertägerstangen aus den Durchgangslöchern herausgezogen sind. Weil der Wafer durch die Wafertägerstangen von dem Wafertäger hochgehoben werden kann, ist es möglich, die Vorrichtung unter Verwendung eines Roboterträgers oder ähnlichem zu automatisieren, ohne die Eigenschaften, wie z. B. den Vakuumgrad in der Kammer, herabzusetzen.

Gemäß einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die oben erwähnte Vorrichtung weiter auf: einen Gaseinlaß, der durch den oberen Teil der Kammer hindurchdringt und von der Außenseite ein Gas in die Kammer zuführt; eine Gasversorgungsrohrleitung, die mit dem Gaseinlaß verbunden ist und das Gas zu dem Gaseinlaß liefert; und eine Heizvorrichtung zum Beheizen eines Bereiches der Gasversorgungsrohrleitung. Weil das Gas, das in die Kammer zugeführt wird, nachdem das Trägersubstrat an den Wafer geklebt worden ist, vorher durch die Heizvorrichtung beheizt wird, wird vermieden, daß in dem Klebemittel wegen dem schnellen Abkühlen des Klebemittels Blasen zurück bleiben.

Gemäß einem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die oben erwähnte Vorrichtung weiter auf: einen Luftzylinder zum Antreiben des oberen Teiles der Kammer in die Vertikalrichtung und ein Paar von Gleitstücken bzw. Schiebern. Jeder Schieber weist auf: einen horizontal beweglichen Block, der in die Horizontalrichtung beweglich ist und eine schräge, obere Fläche hat, die mit der Horizontalrichtung einen vorgeschriebenen Winkel bildet; eine Schnecke zum Bewegen des horizontal beweglichen Blockes; und einen vertikal beweglichen Block, der in die Vertikalrichtung beweglich ist und eine schräge, untere Fläche hat, die die obere Fläche des horizontal beweglichen Blockes berührt. In dieser Vorrichtung werden der horizontal bewegliche Block durch Drehen der Schnecke in die Horizontalrichtung, der vertikal bewegliche Block mit der Bewegung des horizontal beweglichen Blockes in die Vertikalrichtung und der obere Teil der Kammer mit der Bewegung des vertikal beweglichen Blockes bewegt, wobei der obere Teil der Kammer in die Vertikalrichtung bewegt wird, bis die über dem Trägersubstrat angeordnete Druckplatte das Trägersubstrat berührt und das Trägersubstrat an den Wafer drückt. Daher wird das Trägersubstrat mit einem gleichmäßigen Druck gegen den Wafer gedrückt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Die Fig. 1(a) und 1(b) Querschnittsansichten, die eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen.

Die Fig. 2(a) und 2(b) Querschnittsansichten, die eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen.

Die Fig. 3(a)–3(d) Querschnittsansichten, die eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen.

Fig. 4 eine Querschnittsansicht, die eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Fig. 5 ein Diagramm, das eine Vorrichtung zum Kle-

ben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Fig. 6 eine Perspektivansicht, die Schieber veranschaulicht, welche in der in Fig. 5 gezeigten Vorrichtung enthalten sind.

Die Fig. 7(a) und 7(b) Querschnittsansichten, die eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß dem Stand der Technik veranschaulichen.

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Die Fig. 1(a) und 1(b) sind Querschnittsansichten, die eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen.

Wie in den Figuren gezeigt ist, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß dieser ersten Ausführungsform einen Wafertträger 4 (ein unterer Teil einer Kammer) mit einer ebenen Fläche 41, auf der ein Wafer 1 angeordnet ist, Meßblöcke 8, die auf der ebenen Fläche 41 des Wafertträgers 4 angeordnet sind, und einen oberen Teil 55 der Kammer auf (im folgenden als eine obere Kammer bezeichnet), der den Wafertträger 4 bedeckt. Insbesondere werden ein Wafer 1, der eine Fläche mit Wachs 3 besitzt, mit der Wachs-3-Schicht nach oben auf der ebenen Fläche 41 des Wafertträgers 4 und ein Trägersubstrat 2 auf dem Wafer 1 angebracht. Ein der ebenen Fläche 41 des Wafertträgers 4 gegenüberliegender Bereich der oberen Kammer 55 dient als eine Druckplatte 57, um das Trägersubstrat 2 gegen den Wafer 1 zu drücken. Weiter hat die obere Kammer 55 eine Absaugöffnung 56. Der Raum innerhalb der Kammer ist durch einen O-Ring 7 hermetisch abgedichtet und die Luft innerhalb der Kammer kann durch die Absaugöffnung 56 abgesaugt werden. Des weiteren sind eine Heizvorrichtung 20 in dem Wafertträger 4 und eine Heizvorrichtung 21 in der oberen Kammer 55 unterirdisch vorhanden. Der Wafer 1 und das Trägersubstrat 2 werden durch diese Heizvorrichtungen 20 und 21 beheizt. Auf der ebenen Fläche 41 des Wafertträgers 4 sind zumindest drei Meßblöcke 8 in gleichen Abständen innerhalb eines Bereiches angebracht, der außerhalb des Wafermontagebereiches und innerhalb der Kante des Wafertträgersubstrates 2 liegt. Die Meßblöcke 8 sind Platten mit einer Standarddicke, die zum Kalibrieren einer Meßuhr verwendet werden und die eine Dicke besitzen, die gleich der Waferdicke + 20 µm ist. Die in den Fig. 1(a) und 1(b) gezeigte Vorrichtung ist mit vier Meßblöcken 8 versehen und die Querschnittsansichten sind entlang einer Linie gemacht, die entgegengesetzte zwei Meßblöcke 8 kreuzt.

Es wird ein Verfahren zum Haften bzw. Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Wie in der Fig. 1(a) veranschaulicht ist, wird anfangs ein Wafer 1, der eine Fläche mit Wachs 3 hat, auf die ebene Fläche 41 des Wafertträgers 4 mit der Wachs-3-Schicht nach oben abgebracht. Als nächstes werden zumindest drei Meßblöcke 8, die eine Dicke gleich der Waferdicke + 20 µm haben, auf der ebenen Fläche 41 des Wafertträgers 4 angebracht, wobei sie den Wafer 1 in gleichen Abständen umgeben. Danach wird ein Trägersubstrat 2 auf dem Wafer 1 angebracht.

Als nächstes wird die obere Kammer 55 an eine Posi-

tion herunter bewegt, so daß der O-Ring 7 die Seitenfläche des Wafertträgers 4 berührt, wobei die Kammer geschlossen ist. Zu diesem Zeitpunkt berührt jedoch die Druckplatte 57 das Trägersubstrat 2 noch nicht. Der Raum innerhalb der Kammer ist durch den O-Ring 7 hermetisch abgeschlossen. Danach werden der Wafer 1 und das Trägersubstrat 2 durch die Heizvorrichtungen 20 und 21 beheizt und die Luft innerhalb der Kammer wird durch die Absaugöffnung 56 abgesaugt, wobei eine flüchtige Komponente in dem Wachs 3 verdampft.

Wie in Fig. 1(b) veranschaulicht ist, wird die obere Kammer 55 danach nach unten bewegt, so daß die Druckplatte 57 das Trägersubstrat 2 berührt und das Trägersubstrat 2 gegen den Wafer 1 drückt, bis das Trägersubstrat 2 die Meßblöcke 8 berührt. Dabei wird der Wafer 1 mit dem Wachs 3 an das Trägersubstrat 2 geklebt.

Weil in dieser ersten Ausführungsform der Erfindung die Meßblöcke 8 auf der ebenen Fläche 41 des Wafertträgers 4 angeordnet sind, wobei sie den Wafer 1 umgeben, und das Trägersubstrat 2 durch die Druckplatte 57 gegen den Wafer 1 gedrückt wird, bis das Trägersubstrat 2 die Meßblöcke 8 berührt, wird zwischen dem Trägersubstrat 2 und dem Wafer 1 ein mit dem Wachs 3 gefüllter Spalt, d. h. die Dicke des Wachses 3, durch den Unterschied zwischen der Dicke der Meßblöcke 8 und der Dicke des Wafers 1 festgelegt. Daher ist die Dicke des Wachses 3 innerhalb der Waferfläche gleichmäßig, d. h. 20 µm.

#### Zweite Ausführungsform

Die Fig. 2(a) und 2(b) sind Querschnittsansichten, die eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen. In den Figuren bezeichnen die selben Bezugszeichen, wie die in den Fig. 1(a) und 1(b) gezeigten, die selben oder entsprechende Teile. Der Grundaufbau der Vorrichtung ist mit dem Aufbau gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung identisch. D.h. die Vorrichtung weist den Wafertträger 4, die obere Kammer 55 und die Meßblöcke 8 auf, und das Trägersubstrat 2 wird unter Verwendung der Druckplatte 57 an den Wafer 1 gedrückt, wodurch die Meßblöcke 8 zwischen dem Trägersubstrat 2 und der ebenen Fläche 41 des Wafertträgers 4 eingezwängt werden, wobei die Dicke des Wachses 3 zwischen dem Wafer 1 und dem Trägersubstrat 2 innerhalb der Waferfläche gleichmäßig hergestellt wird. Die Vorrichtung gemäß dieser zweiten Ausführungsform unterscheidet sich von der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform jedoch dahingehend, daß sie eine ringförmige Halterung 9 zum Halten des Wafertträgersubstrates 2 enthält. Die ringförmige Halterung 9 hat eine zylindrische Senkbohrung 91 zum Tragen des Wafertträgersubstrates 2 und ihr Innendurchmesser ist größer als der größte Durchmesser des Wafers 1. Außerdem ist die ringförmige Halterung 9 durch einen elastischen Gegenstand, wie z. B. eine Feder 10, mit dem Wafertträger 4 verbunden und zumindest drei Meßblöcke 8 sind an der ringförmigen Halterung 9 fest angebracht. Wenn das Trägersubstrat 2 in die ringförmige Halterung 9 gesetzt wird, berührt es die Meßblöcke 8.

Es wird die Wirkungsweise der in den Fig. 2(a) und 2(b) gezeigten Vorrichtung beschrieben. Wie in Fig. 2(a) veranschaulicht ist, wird anfangs ein Wafer 1, der eine Fläche mit Wachs 3 hat, auf der ebenen Fläche 41 des Wafertträgers 4 mit der Wachs-3-Schicht nach oben an-

gebracht. Als nächstes wird das Trägersubstrat 2 auf der zylindrischen Senkbohrung 91 der ringförmigen Halterung 9 angebracht. Danach wird die obere Kammer 55 nach unten bewegt, bis der O-Ring 7 die Seitenfläche des Waferträgers 4 berührt. Zu dem Zeitpunkt berührt die Druckplatte 57 das Trägersubstrat 2 noch nicht. Als nächstes werden der Wafer 1 und das Trägersubstrat 2 mit den Heizvorrichtungen 20 und 21 beheizt und die Luft innerhalb der Kammer wird durch die Absaugöffnung 56 abgesaugt, wobei eine flüchtige Komponente in dem Wachs 3 verdampft. Wie in Fig. 2(b) veranschaulicht ist, wird als nächstes die obere Kammer 55 nach unten bewegt, so daß die Druckplatte 57 das Trägersubstrat 2 berührt und das Trägersubstrat 2 an den Wafer 1 drückt, bis die Meßblöcke 8 die ebene Fläche 41 des Waferträgers 4 berühren. Dabei wird das Trägersubstrat 2 an den Wafer 1 mit dem Wachs 3 als Klebemittel geklebt.

Weil in dieser zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Meßblöcke 8 an der ringförmigen Halterung 9 an solchen Positionen fest angebracht sind, daß das Trägersubstrat 2 die Meßblöcke 8 berührt, wird die Dicke des Wachses 3 zwischen dem Trägersubstrat 2 und dem Wafer 1 durch die Differenz der Dicken zwischen den Meßblöcken 8 und dem Wafer 1 entschieden, so daß die Dicke des Wachses 3 innerhalb der Waferfläche gleichmäßig hergestellt werden kann. Wenn das Trägersubstrat 2 gegen den Wafer 1 gedrückt wird, wird weiter eine Neigung des Trägersubstrates 2 relativ zu dem Wafer 1 durch die Federn 10 aufgenommen, die die ringförmige Halterung 9 und den Waferträger 4 verbinden, so daß die an den Wafer 1 und das Trägersubstrat 2 angelegte mechanische Beanspruchung verringert wird. Weil der Wafer 1 und das Trägersubstrat 2 außerdem zueinander parallel sind, wird die Gleichmäßigkeit der Dicke des Wachses 3 weiter verbessert.

### Dritte Ausführungsform

Die Fig. 3(a)–3(d) sind Querschnittsansichten, die eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen. In diesen Figuren bezeichnen die selben Bezugszeichen, wie die in den Fig. 2(a) und 2(b) gezeigten, die selben oder entsprechende Teile. Die Vorrichtung gemäß dieser dritten Ausführungsform ist mit der Vorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform im Grunde identisch, ausgenommen, daß der Waferträger 4 an dreifachen, symmetrischen Positionen drei Durchgangslöcher 40 hat, durch die Auswerferstifte (Waferträgerstangen) 11 hindurch gehen, und auf der unteren Fläche des Waferträgers 4 ist ein Ventil 12 zum Schließen der Durchgangslöcher 40 angeordnet. Ein Wafer 1 wird unter Verwendung der Auswerferstifte 11 auf dem Waferträger 4 sowohl angebracht, als auch von dort weg bewegt.

Es wird die Wirkungsweise der Vorrichtung beschrieben. Wie in Fig. 3(a) veranschaulicht ist, wird anfangs ein Wafer 1 mit der Wachs-3-Schicht nach oben auf den Auswerferstiften 11 angebracht. Wie in Fig. 3(b) gezeigt ist, werden danach die Auswerferstifte 11 durch die Durchgangslöcher 40 gezogen, um den Wafer 1 auf die ebene Fläche 41 des Waferträgers 4 zu setzen, und das Ventil 12 wird geschlossen.

In dem Schritt in Fig. 3(c) wird ein Trägersubstrat 2 auf der zylindrischen Senkbohrung 91 der ringförmigen Halterung 9 angebracht. Anschließend wird die obere

Kammer 55 nach unten bewegt, um das Trägersubstrat 2 an den Wafer 1 zu kleben, wie es in Fig. 3(d) gezeigt ist. In den Fig. 3(b) und 3(c) ist die obere Kammer 55 weggelassen.

Danach wird das Ventil 12 geöffnet und der an das Trägersubstrat 2 geklebte Wafer 1 wird unter Verwendung der Auswerferstifte 11 nach oben gedrückt und von der ebenen Fläche 41 des Waferträgers 41 weg bewegt. Schließlich wird der Wafer 1 mit dem Trägersubstrat 2 herausgezogen.

Weil der Wafer 1 in der Vorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung von der ebenen Fläche 41 des Waferträgers 4 unter Verwendung der Auswerferstifte 11 empor gehoben wird, ist es möglich, das Verfahren unter Verwendung eines Roboterträgers oder ähnlichem zu automatisieren, ohne die Eigenschaften, wie z. B. den Vakuumgrad in der Kammer, herabzusetzen.

### Vierte Ausführungsform

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht, die eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht. In Fig. 4 bezeichnen die selben Bezugszeichen, wie die in den Fig. 1(a) und 1(b) gezeigten, die selben oder entsprechende Teile. Die Vorrichtung gemäß dieser vierten Ausführungsform ist mit der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform im Grunde identisch, ausgenommen, daß die obere Kammer 55 eine Gasversorgungsöffnung 58 hat, durch die ein Gas, wie z. B. N<sub>2</sub> oder trockene Luft, in die Kammer zugeführt wird, und das das Durchgangslöcher 58 mit einer Gasversorgungsrohrleitung 13 verbunden ist, die durch eine Heizvorrichtung 14 beheizt wird.

Es wird die Wirkungsweise der Vorrichtung beschrieben. Anfangs wird an den Wafer 1 ein Trägersubstrat 2 in den selben Verfahrensschritten geklebt, wie für die erste Ausführungsform der Erfindung beschrieben wurde. Wie in Fig. 4 veranschaulicht ist, wird danach ein beheiztes Gas, wie z. B. N<sub>2</sub> oder trockene Luft, durch die Gasversorgungsrohrleitung 13, die durch die Heizvorrichtung 14 beheizt ist, und durch die Gasversorgungsöffnung 58 in die Kammer zugeführt, wobei das Trägersubstrat 2, das an der Druckplatte 57 eng befestigt ist, von der Druckplatte 57 getrennt wird. Danach wird die obere Kammer 55 nach oben gezogen, um die Kammer zu öffnen.

Genauso wie in der ersten Ausführungsform der Erfindung wird in der Vorrichtung gemäß dieser vierten Ausführungsform der Erfindung die Dicke des Wachses 3 zwischen dem Wafer 1 und dem Trägersubstrat 2 innerhalb der Waferfläche gleichmäßig hergestellt. Weil das Gas, das in die Kammer zugeführt wird, nachdem das Trägersubstrat 2 an den Wafer 1 geklebt ist, durch die Heizvorrichtung 14 im voraus beheizt wird, wird außerdem vermieden, daß in dem Wachs 3 wegen dem schnellen Abkühlen des Wachses 3 Blasen zurück bleiben.

Obwohl der Waferträger 4 gemäß dieser vierten Ausführungsform dem Waferträger gemäß der ersten Ausführungsform ähnlich ist, kann der Waferträger mit der ringförmigen Halterung gemäß der zweiten Ausführungsform oder der Waferträger mit den Auswerferstiften gemäß der dritten Ausführungsform verwendet werden.

## Fünfte Ausführungsform

Fig. 5 ist ein Diagramm, das schematisch eine Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung veranschaulicht. Fig. 6 ist eine Perspektivansicht, die Schieber veranschaulicht, welche in der in Fig. 5 gezeigten Vorrichtung enthalten sind. In Fig. 5 bezeichnen die selben Bezugszeichen, wie die in den Fig. 2(a) und 2(b) gezeigten, die selben oder entsprechende Teile. Die Vorrichtung gemäß dieser fünften Ausführungsform ist mit der Vorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform im Grunde identisch, ausgenommen, daß die obere Kammer 55 mit einem Luftzylinder 17 versehen ist, um die obere Kammer 55 vertikal zu bewegen, bis die Druckplatte 57 eine zu dem Trägersubstrat 2 enge Position erreicht, und daß die Kammer zwischen einem Paar von Schiebern 100 angebracht ist. Jeder Schieber 100 weist auf: einen horizontal beweglichen Block 101, der nur in der Horizontalrichtung beweglich ist und der eine schräge, obere Fläche hat, die mit der Horizontalrichtung einen vorgeschriebenen Winkel bildet, einen vertikal beweglichen Block 102, der nur in die Vertikalrichtung beweglich ist und der eine schräge, untere Fläche hat, die die obere Fläche des horizontal beweglichen Blockes 101 berührt, eine Schnecke (Schraube) 103 zum Bewegen des horizontal beweglichen Blockes 101, und einen Motor 104 zum Drehen der Schnecke 103. Die Schieber 100 übertragen die vertikale Bewegung des vertikal beweglichen Blockes 102 auf die obere Kammer 55, wobei sich die obere Kammer 55 vertikal bewegt, bis die Druckplatte 57, die in der Nähe des Trägersubstrates 2 angeordnet ist, das Trägersubstrat 2 berührt und die Meßblöcke 8 die ebene Fläche 41 des Waferträgers 4 berühren. An der oberen Kammer 55 ist eine obere Platte 15 fest angebracht und die untere Fläche der oberen Platte 15 berührt die vertikal beweglichen Blöcke 102 der Schieber 100, wenn sich die obere Kammer 55 nach unten bewegt und eine enge Position zu dem Trägersubstrat 2 erreicht. Der Waferträger 4 und die Schieber 100 sind auf einer unteren Platte 16 angeordnet.

Obwohl jeder Schieber 100 in der in Fig. 5 gezeigten Vorrichtung mit einem Motor 104 versehen ist, ist es möglich, zwei Schieber 100 mit einem einzigen Motor 104 unter Verwendung eines Riemens 106 anzutreiben, wie es in Fig. 6 gezeigt ist. In Fig. 6 bezeichnen die selben Bezugszeichen wie in Fig. 5 die selben oder entsprechende Teile.

Es wird die Wirkungsweise der in Fig. 5 gezeigten Vorrichtung beschrieben.

Anfangs werden ein Wafer 1 auf der ebenen Fläche 41 des Waferträgers 4 und ein Trägersubstrat 2 auf der zylindrischen Senkbohrung 91 der ringförmigen Halterung 9 angebracht. Anschließend wird die obere Kammer 55 unter Verwendung des Luftzylinders 17 nach unten bewegt, bis die Druckplatte 57 eine vorgeschriebene Position in der Nähe des Trägersubstrates 2 erreicht. Danach werden der Wafer 1 und das Trägersubstrat 2 beheizt und die Luft innerhalb der Kammer wird durch die Absaugöffnung 56 abgesaugt. Zu diesem Zeitpunkt berührt die untere Fläche der oberen Platte 15 die vertikal beweglichen Blöcke 102. Danach werden die Schnecken 103 durch die Motore 104 gedreht, so daß sich die horizontal beweglichen Blöcke 101 horizontal und die vertikal beweglichen Blöcke 102 nach unten bewegen. Die Abwärtsbewegung der vertikal beweglichen Blöcke 102 wird auf die obere Platte 15 übertragen

und die obere Kammer 55 bewegt sich nach unten, wobei die Druckplatte 57 das Trägersubstrat 2 an den Wafer 1 drückt. Weil die Druckplatte 57 durch den Luftzylinder 17 gesteuert wird, wird an das Trägersubstrat 2 ein gleichmäßiger Druck angelegt.

Wenn innerhalb der Kammer der Luftdruck niedrig ist, ist es schwierig, die obere Kammer 55 unter Verwendung des Luftzylinders 17 mit einer langsamen Geschwindigkeit nach unten zu bewegen, so daß im Wachs 3 Blasen zurück bleiben. In der Vorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform der Erfindung bewegt der Luftzylinder 17 die obere Kammer jedoch hart nach unten, so daß die Druckplatte 57 das Trägersubstrat 2 nicht berührt, und danach bewegen die Schieber 100 die obere Kammer 55, so daß die Druckplatte 57 das Trägersubstrat 2 berührt und das Trägersubstrat 2 an den Wafer 1 drückt. D.h., die feine Bewegung der oberen Kammer 55 nach dem Absaugen der Kammer wird durch die Schieber 100 gesteuert. Daher wird das Trägersubstrat 2 an den Wafer 1 mit einem gleichmäßigen Druck gedrückt und im Wachs 3 bleiben keine Blasen zurück.

Der Luftzylinder 17 und die Schieber 100 gemäß der fünften Ausführungsform können für die Vorrichtung gemäß der ersten, der dritten oder der vierten Ausführungsform der Erfindung verwendet werden.

Obwohl ein kreisförmiger Wafer für die ersten bis fünften Ausführungsformen verwendet wird, ist die Form des Wafers nicht beschränkt, solange der Wafer eben ist.

Die Erfindung schafft somit ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Anheften bzw. Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat. Sie weist folgende Elemente auf: einen unteren Teil einer Kammer, der einen Waferträger (4) mit einer ebenen Fläche (41) beinhaltet, auf der ein Wafer (1), der eine Fläche mit einem Klebemittel (3) besitzt, mit der nach oben gerichteten Klebemittel-(3)-Schicht montiert ist; einen oberen Teil der Kammer (55), der die mit dem Wafer montierte, ebene Fläche (41) des Waferträgers (4) bedeckt und der eine Absaugöffnung (56) zum Absaugen der Luft um die mit dem Wafer montierte, ebene Fläche (41) herum und eine Druckplatte (57) enthält, die einem Trägersubstrat (2) gegenüberliegend zur Verstärkung des Wafers (1) auf dem Wafer (1) angebracht ist und die nach unten bewegt werden kann, so daß die Druckplatte (57) das Trägersubstrat (2) gegen den Wafer (1) drückt; zumindest 3 Meßblöcke (8), die eine größere Dicke als die des Wafers (1) haben, die auf der ebenen Fläche (41) des Waferträgers (4) angeordnet sind und die den Wafer (1) in gleichen Abständen umgeben, wobei diese Meßblöcke (8) zwischen dem Trägersubstrat (2) und der mit dem Wafer montierten, ebenen Fläche (41) eingezwängt sind, wenn das Trägersubstrat (2) an den Wafer (1) gedrückt wird; und Heizvorrichtungen (20, 21) zum Beheizen des Wafers (1) und des Trägersubstrates (2), die in den unteren und oberen Teil der Kammer (4; 55) eingelassen sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat (Fig. 1(a) und 1(b)) mit:  
Vorbereiten eines Wafers (1), der eine Fläche mit einem Klebemittel (3) besitzt, und eines Trägersubstrats (2), das den Wafer (1) verstärkt und einen Flächenbereich hat, der größer als der des Wafers (1) ist;  
Anordnen des Wafers (1) auf einer ebenen Fläche



(41) eines Waferträgers (4) mit der die Klebemittel (3)-Schicht besitzenden Fläche nach oben; Anordnen von zumindest drei Meßblöcken (8), die eine größere Dicke als die des Wafers (1) auf der ebenen Fläche (41) des Waferträgers (4) haben und die den Wafer (1) in gleichen Abständen umgeben; Anordnen des Trägersubstrates (2) auf dem Wafer (1) und der Meßblöcke (8); Beheizen des Wafers (1) und des Trägersubstrates (2) und Absaugen der Luft um den Wafer (1) und das Trägersubstrat (2) herum; und Drücken des Trägersubstrates (2) gegen den Wafer (1) unter Verwendung einer Druckplatte (57), bis das Trägersubstrat (2) alle Meßblöcke (8) berührt.

2. Verfahren zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat (Fig. 2(a) und 2(b)) mit: Vorbereiten eines Wafers (1), der eine Fläche mit einem Klebemittel (3) besitzt, und eines Trägersubstrates (2), das den Wafer (1) verstärkt und einen Flächenbereich hat, der größer als der des Wafers (1) ist; Anordnen des Wafers (1) auf einer ebenen Fläche (41) eines Waferträgers (4) mit der die Klebemittel (3)-Schicht besitzenden Fläche nach oben; Anordnen von zumindest drei Meßblöcken (8), die eine größere Dicke als die des Wafers (1) haben, die, abgesehen von der ebenen Fläche (41) des Waferträgers (4) räumlich getrennt sind und die den Wafer (1) in gleichen Abständen umgeben; Anordnen des Trägersubstrates (2) auf den Meßblöcken (8); Beheizen des Wafers (1) und des Trägersubstrates (2) und Absaugen der Luft um den Wafer (1) und das Trägersubstrat (2) herum; und Drücken des Trägersubstrates (2) gegen den Wafer (1) unter Verwendung einer Druckplatte (57) bis alle Meßblöcke (8) die ebene Fläche (41) des Waferträgers (4) berühren.

3. Verfahren zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß Anspruch 1, bei dem die Dicke der Meßblöcke (8) um 10~30 µm größer als die des Wafers (1) ist.

4. Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat (Fig. 1(a) und 1(b)) mit: einem unteren Teil einer Kammer, der einen Waferträger (4) mit einer ebenen Fläche (41) beinhaltet, auf der ein Wafer (1), der eine Fläche mit einem Klebemittel (3) besitzt, mit der nach oben gerichteten Klebemittel-(3)-Schicht montiert ist; einem oberen Teil der Kammer (55), der die mit dem Wafer montierte, ebene Fläche (41) des Waferträgers (4) bedeckt und der eine Absaugöffnung (56) zum Absaugen der Luft um die mit dem Wafer montierte, ebene Fläche (41) herum und eine Druckplatte (57) enthält, die einem Trägersubstrat (2) gegenüberliegend zur Verstärkung des Wafers (1) auf dem Wafer (1) angebracht ist und die nach unten bewegt werden kann, so daß die Druckplatte (57) das Trägersubstrat (2) gegen den Wafer (1) drückt; zumindest 3 Meßblöcken (8), die eine größere Dicke als die des Wafers (1) haben, die auf der ebenen Fläche (41) des Waferträgers (4) angeordnet sind und die den Wafer (1) in gleichen Abständen umgeben, wobei diese Meßblöcke (8) zwischen dem Trägersubstrat (2) und der mit dem Wafer montierten, ebenen Fläche (41) eingezwängt sind, wenn das Trägersubstrat (2) an den Wafer (1) gedrückt wird;

und Heizvorrichtungen (20, 21) zum Beheizen des Wafers (1) und des Trägersubstrates (2), die in den unteren und oberen Teil der Kammer (4; 55) eingelassen sind.

5. Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß Anspruch 4, bei der die Dicke der Meßblöcke (8) um 10~30 µm größer als die des Wafers (1) ist.

6. Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einem der Ansprüche 4 und 5 (Fig. 2(a) und 2(b)) mit:

einer ringförmigen Halterung (9), die einen Innendurchmesser hat, der größer als der größte Durchmesser des Wafers (1) ist, die auf der oberen Fläche eine zylindrische Senkbohrung (91) hat, auf der das Trägersubstrat (2) angeordnet ist, und die durch einen elastischen Gegenstand (10) mit dem Waferträger (4) verbunden ist; und den Meßblöcken (8), die an der ringförmigen Halterung (9) fest angebracht sind und die das Trägersubstrat (2) berühren.

7. Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß Anspruch 6 (Fig. 3(a) und 3(b)) mit:

dem Waferträger (4), der zwischen der mit dem Wafer montierten, ebenen Fläche (41) und der unteren Fläche eine Vielzahl von Durchgangslöchern (40) besitzt;

Waferträgerstangen (11) zum Tragen des Wafers (1), die durch die Durchgangslöcher (40) hindurchgehen und von der mit dem Wafer montierten, ebenen Fläche (41) des Waferträgers (4) hervorstehen; und

einem Ventil (12) zum Schließen der Öffnungen der Durchgangslöcher (40) an der unteren Fläche des Waferträgers (4), wenn die Waferträgerstangen (11) aus den Durchgangslöchern (40) herausgezogen sind.

8. Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einem der Ansprüche 4, 5, 6 und 7 (Fig. 4) mit:

dem oberen Teil der Kammer (55), der einen Gaseinlaß (58) zum Zuführen eines Gases von der Außenseite in die Kammer;

einer Gasversorgungsrohrleitung (13), die mit dem Gaseinlaß (58) verbunden ist und das Gas zu dem Gaseinlaß (58) liefert; und

einer Heizvorrichtung (14) zum Beheizen eines Bereiches der Gasversorgungsrohrleitung (13).

9. Vorrichtung zum Kleben eines Wafers an ein Trägersubstrat gemäß einem der Ansprüche 4, 5, 6, 7 und 8 (Fig. 5 und 6) mit:

einem Luftzylinder (17) zum Antreiben des oberen Teil des Kammer (55) in die vertikale Richtung; und einem Paar von Schiebern (100), jeder davon mit:

einem horizontal beweglichen Block (101), der in die Horizontalrichtung beweglich ist und eine schräge, obere Fläche hat, die mit der Horizontalrichtung einen vorgeschriebenen Winkel bildet;

einer Schnecke (103) zum Bewegen des horizontal beweglichen Blockes (101); und

einem vertikal beweglichen Block (102), der in eine Vertikalrichtung beweglich ist und eine schräge, untere Fläche hat, die die obere Fläche des horizontal beweglichen Blockes (101) berührt;

bei der der horizontal bewegliche Block (101) durch Drehen der Schnecke (103) in die Horizontalrichtung

12  
14  
tung, der vertikal bewegliche Block (102) mit der  
Bewegung des horizontal beweglichen Blockes  
(101) in die Vertikalrichtung und der obere Teil der  
Kammer (55) mit der Bewegung des vertikal be-  
weglichen Blockes (102) bewegt werden, wobei der 5  
obere Teil der Kammer (55) in die Vertikalrichtung  
bewegt wird, bis die über dem Trägersubstrat (2)  
angeordnete Druckplatte (57) das Trägersubstrat  
(2) berührt und das Trägersubstrat (2) an den Wafer  
(1) drückt. 10

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



- Leerseite -

Fig.1 (a)

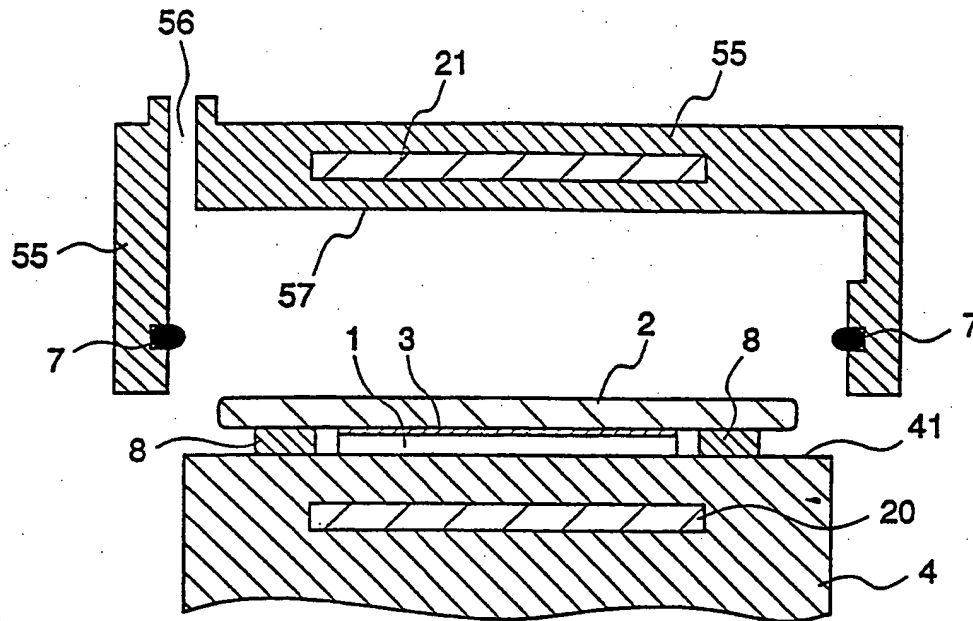


Fig.1 (b)

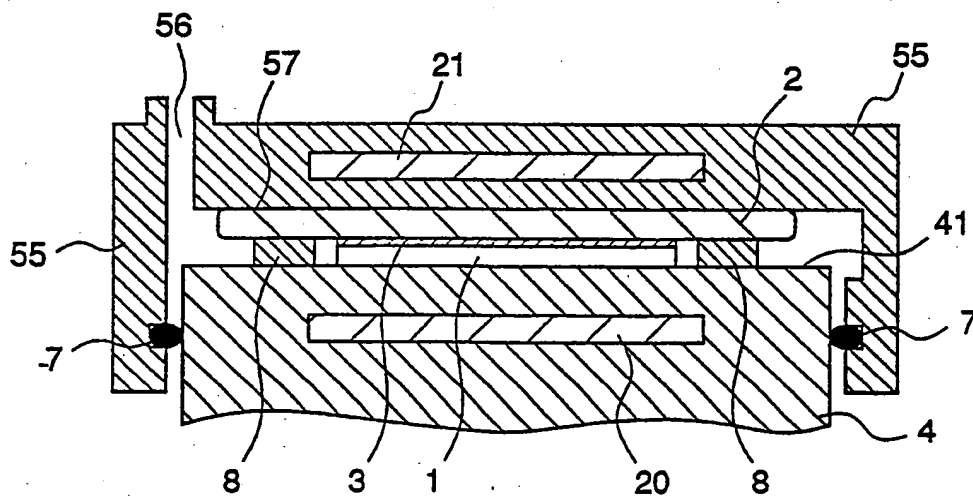


Fig.2 (a)

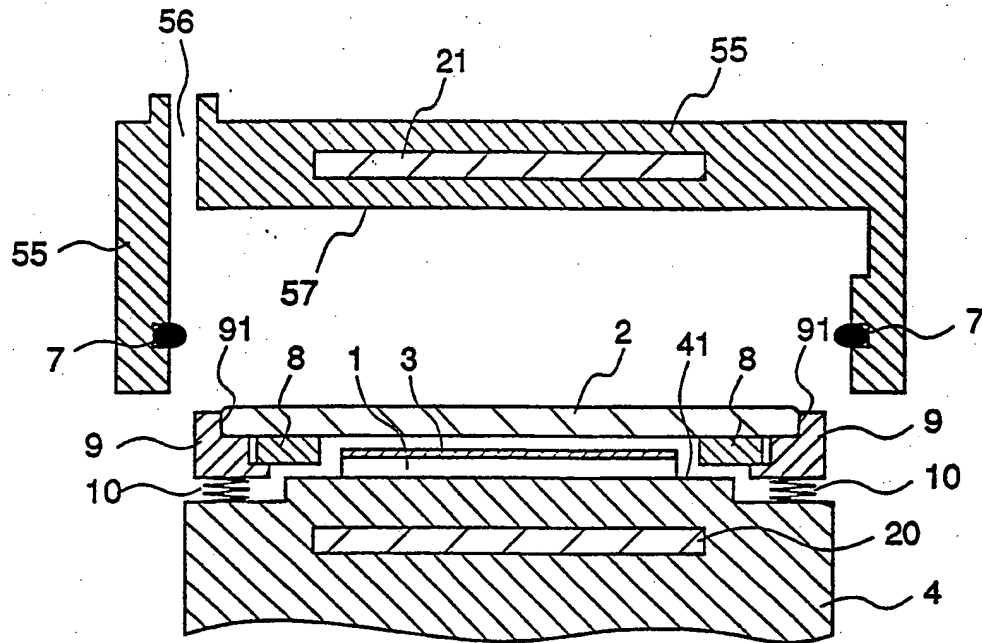


Fig.2 (b)

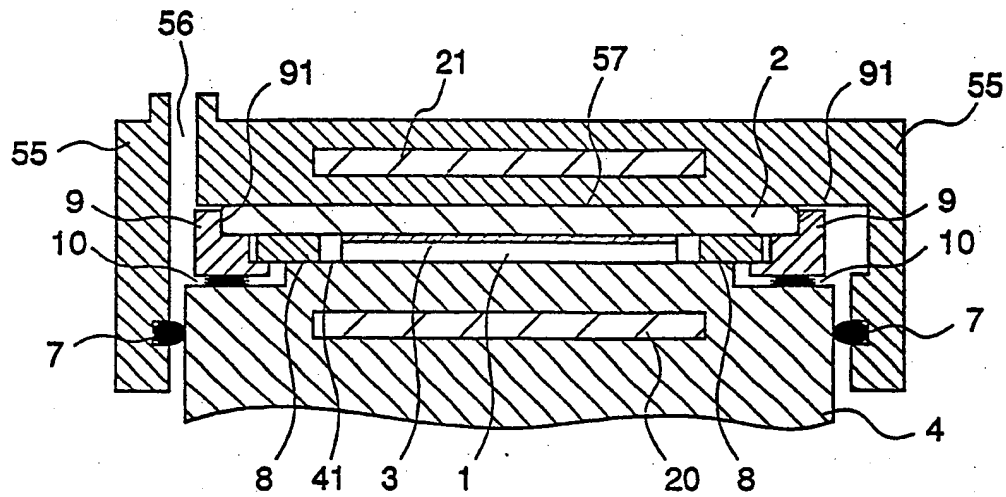


Fig.3 (a)

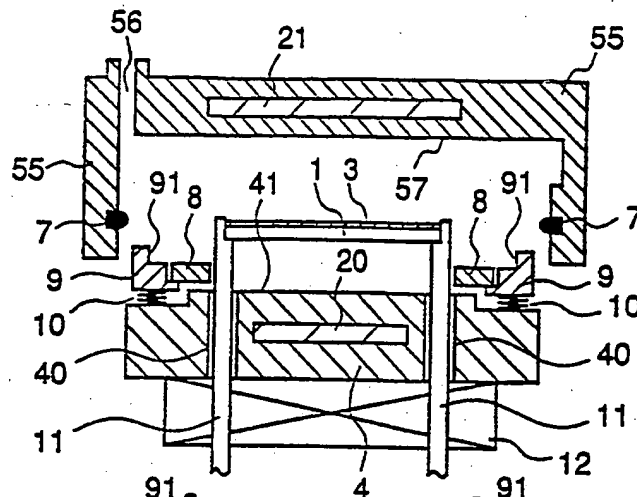


Fig.3 (b)

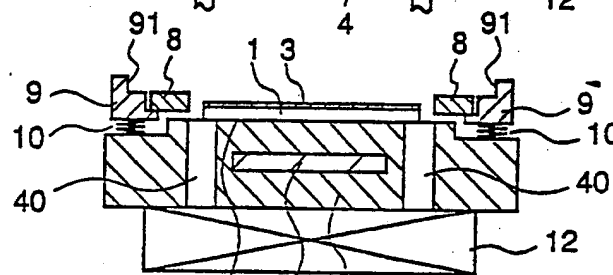


Fig.3 (c)

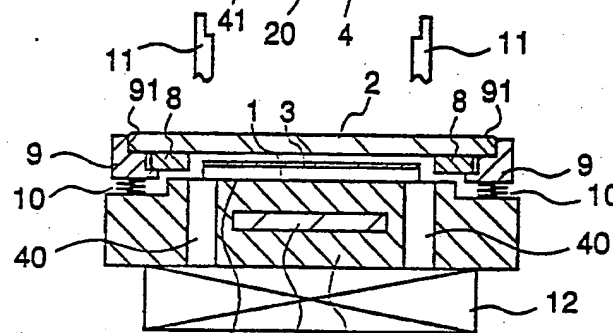


Fig.3 (d)

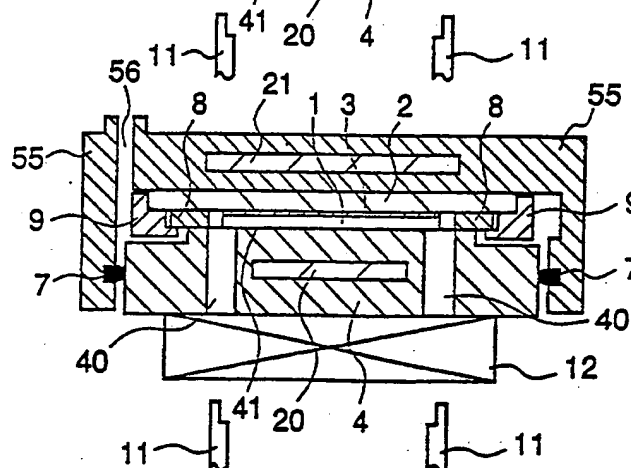
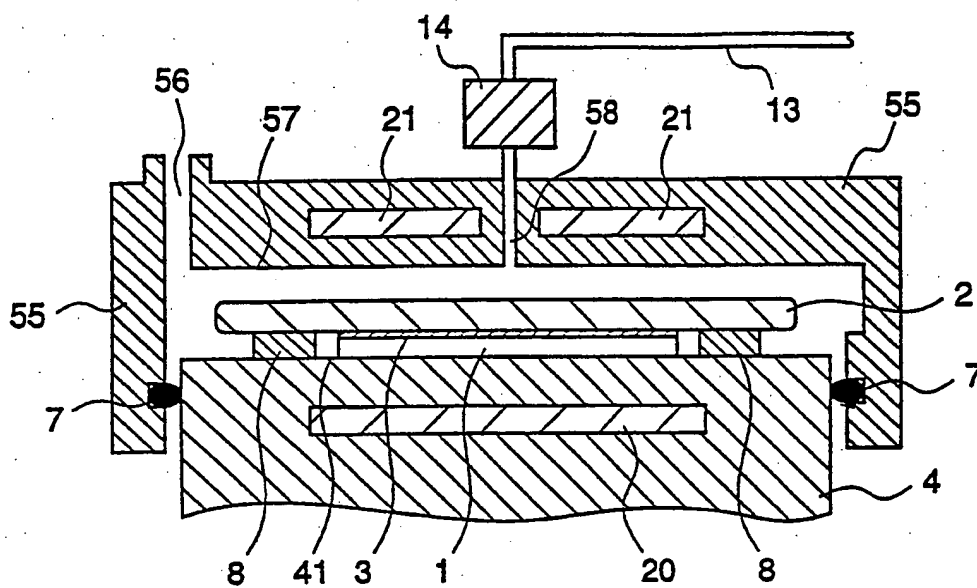


Fig.4



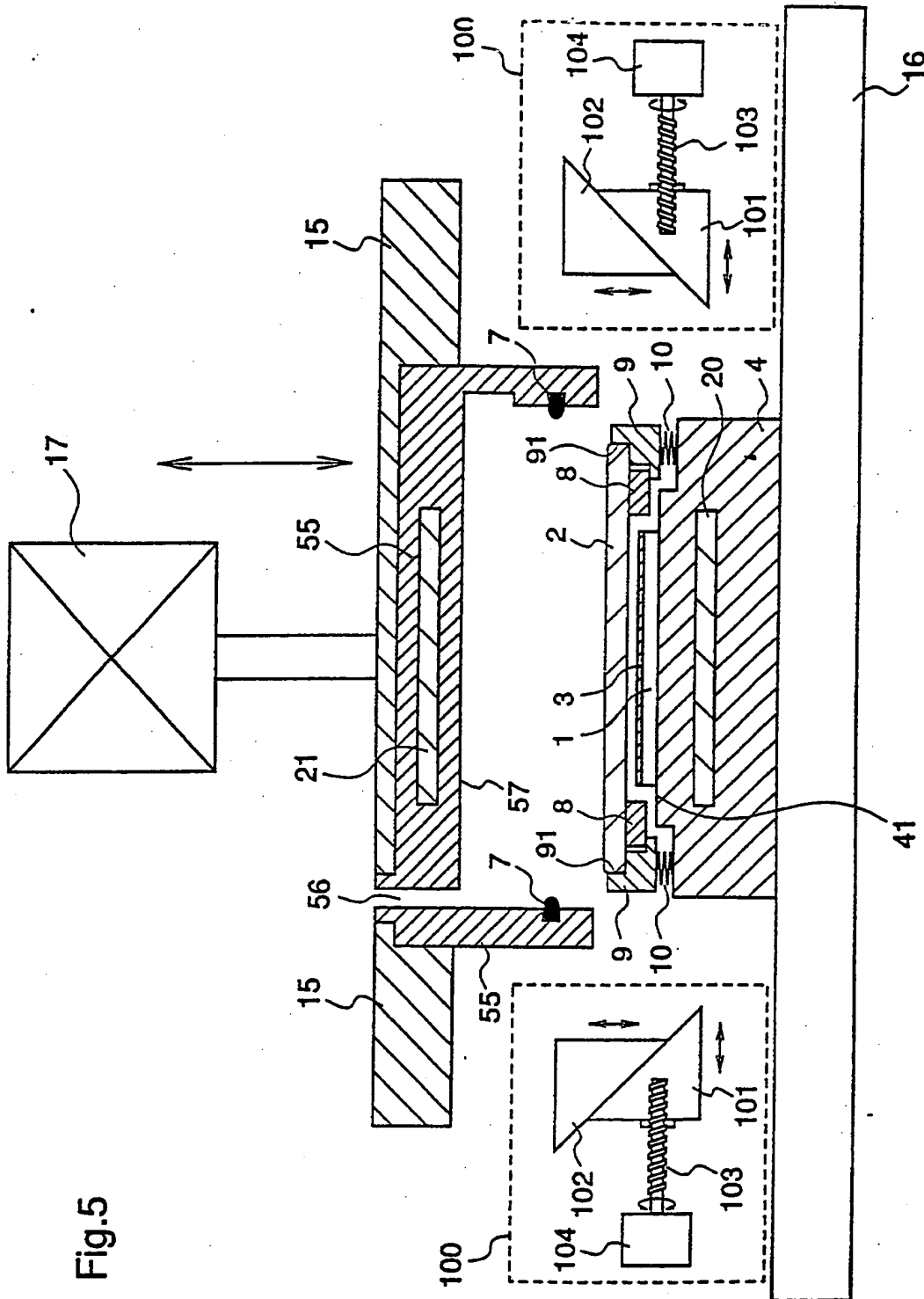


Fig. 5

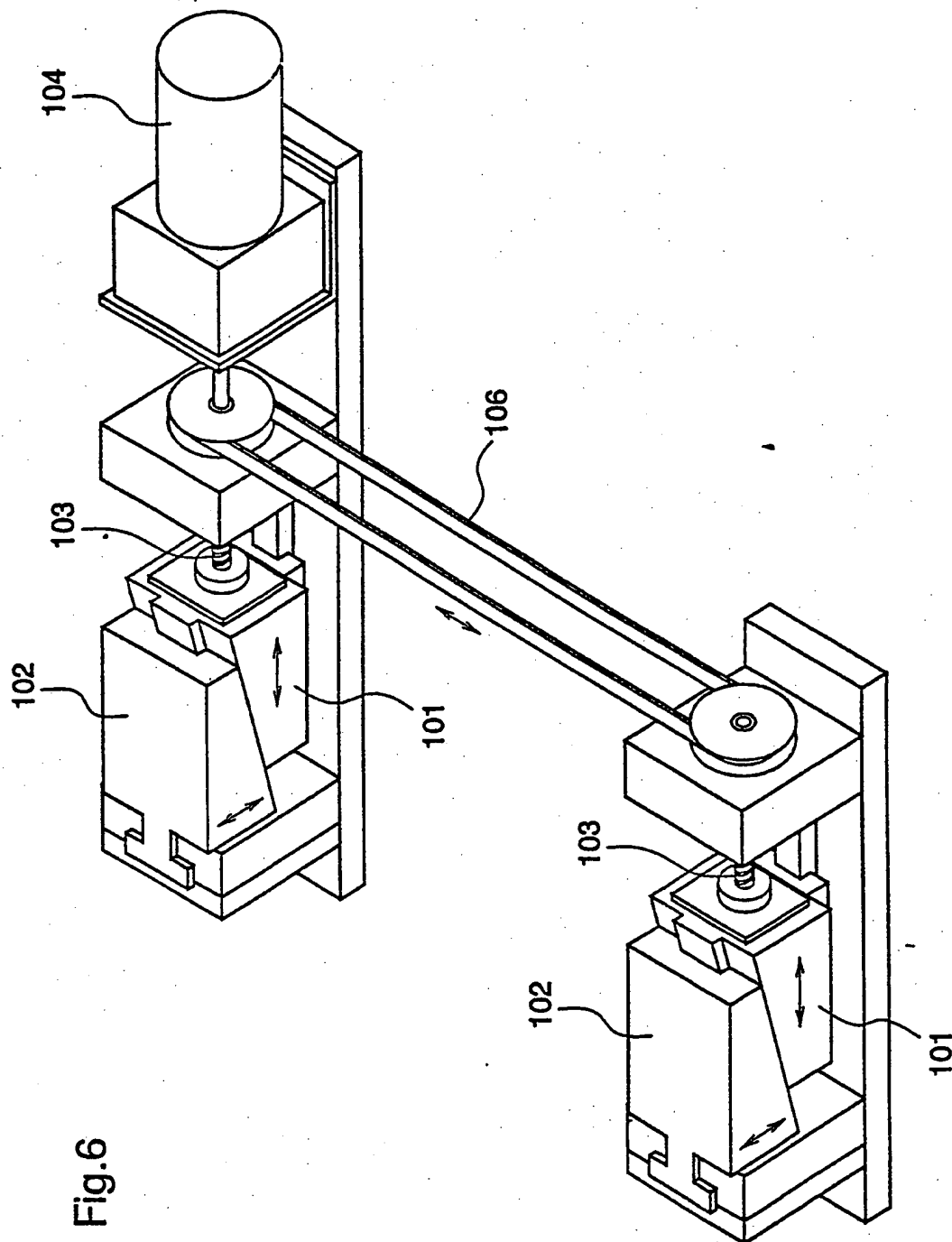


Fig. 6



STAND DER TECHNIK

Fig.7 (a)

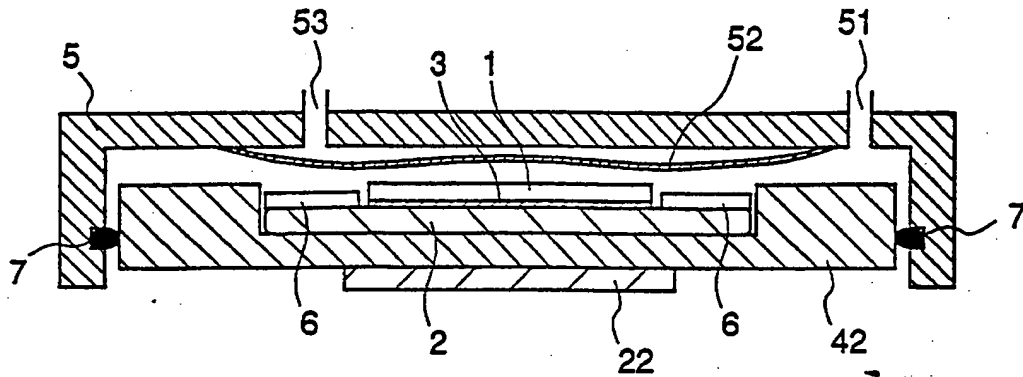


Fig.7 (b)

